



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

jc997 U.S. PTO
10/090083



03/01/02

Bescheinigung

Certificate

Attestation

#7

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

01126621.0

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE, 19/12/01
LA HAYE, LE



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:
Application no.:
Demande n°: 01126621.0

Anmeldetag:
Date of filing:
Date de dépôt: 07/11/01

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
F & K Delvotec Bondtechnik GmbH
85521 Ottobrunn
GERMANY

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:
Prüfverfahren für Bondverbindungen und Drahtbonder

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:

/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE/TR
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

MEISSNER, BOLTE & PARTNER

Anwaltssozietät GbR

Postfach 860624

81633 München

EPO - Munich
31

07. Nov. 2001

F&K Delvotec Bondtechnik GmbH
Daimlerstraße 5-7
85521 Ottobrunn
Bundesrepublik Deutschland

07. November 2001
M/DEL-043-EP
MB/PO/HZ/hk/kl

Prüfverfahren für Bondverbindungen und Drahtbonder

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Prüfverfahren für Drahtbondverbindungen sowie einen Drahtbonder, der mit einer entsprechenden integrierten Prüfanordnung ausgestattet ist.

- 5 Das Drahtbonden ist ein Verfahren, bei dem elektrische Verbindungen von Halbleiterbauteilen mittels feiner Metalldrähte hergestellt werden. Mit Drahtbondverbindungen können beispielsweise elektrische Verbindungen zwischen Kontaktflächen diskreter Bauelemente oder integrierter Schaltkreise und Kontaktflächen
- 10 der zugehörigen Gehäuse oder, bei Hybridschaltungen, Verbindungen zwischen eingesetzten monolithischen Elementen und der Dickschicht-Schaltung hergestellt werden, in die diese eingesetzt sind.
- 15 Im Zuge der Entwicklung der Anschlußtechnologie für Halbleiterbauelemente und -schaltkreise sind verschiedene Bondverfahren entwickelt und eine Vielzahl von hierfür geeigneten Bondmaschinen vorgeschlagen worden. Die gebräuchlichsten Drahtbondverfahren sind das Ultraschallbonden (U/S bonding), das Thermokompressionsbonden (T/C bonding) und das Thermoschallbonden (T/S bonding). Drahtbonder zur Durchführung dieser Verfahren führen einen Bonddraht zu dem für die Erzeugung der Bondverbindung vorgesehenen Punkt (Bondpad), und dann wird der Draht mittels eines Bondwerkzeugs, etwa in Gestalt einer Kapillare, eines
- 20
- 25 Keils oder eines Nagelkopfes, dort unter Anwendung einer Druck-

kraft sowie zusätzlicher Einwirkung von Schwingungs- und/oder Wärmeenergie unter Deformierung befestigt. Hierbei bildet sich eine Art Schweißverbindung zwischen dem Bonddraht und dem Bondpad.

5

Die Qualität der Bondverbindung ist entscheidend für die Funktionsfähigkeit und Zuverlässigkeit der unter Einsatz des Bondverfahrens gebildeten elektronischen Komponente. Daher ist einerseits eine Überwachung der Parameter des Bondvorganges und
10 andererseits eine Qualitätsprüfung der erzeugten Bondverbindung wünschenswert, wenn nicht unverzichtbar. Es sind daher verschiedene Lösungen zur Erfassung und Regelung von wesentlichen Parametern des Bondvorganges - insbesondere der Bondkraft und ggf. zusätzlich der Ultraschallamplitude bzw. -energie - wäh-
15 rend des Bearbeitungsvorganges vorgeschlagen worden.

In der US 4,854,494 wird ein Drahtbonder mit Mitteln zur Überwachung mehrerer Bondparameter, und zwar speziell der Bondkraft und Ultraschallamplitude, beschrieben. Dieser Drahtbonder hat
20 einen Werkzeughalter mit einem Schwächungsabschnitt, in dem beim Aufdrücken des Bonddrahtes auf das Bondpad mittels des Werkzeuges eine Biegung auftreten kann. Über einen in diesem Schwächungsabschnitt angeordneten Dehnungsmeßstreifen wird die momentane Bondkraft erfaßt und kann über eine nachgeschaltete
25 Regelung auf einem vorbestimmtem Sollwert gehalten werden.

In der US 5,230,458 wird ebenfalls ein Bondkopf mit einem Kraftsensor beschrieben, der die durch das Bondwerkzeug ausgeübte Druckkraft mißt und einer Echtzeit-Regelschaltung zuführt.
30 Diese gibt ein Stellsignal an einen eine Bewegung in Z-Richtung bewirkenden Aktuator zur Einstellung der Bondkraft aus. Bei der hier beschriebenen Bondmaschine handelt es sich um einen Ultraschallbonder vom Kapillartyp, bei dem der Ultraschallwandler mit der daran angebrachten Kapillare als Bondwerkzeug an einem
35 Tragrahmen angebracht ist. Dieser trägt auch einen Ausleger zur

Führung des Bonddrahtes, welcher oberhalb eines weiteren Auslegers mit dem Ultraschallwandler angeordnet ist.

5 In der GB 2 270 868 A der Anmelderin wird ein Drahtbondverfahren und -system vom Typ des Ultraschall-Keil-Bonders (U/S wedge bonder) beschrieben, bei dem ebenfalls eine Erfassung und kontinuierliche Regelung von Bondkraft und Ultraschallenergie vorgesehen ist. Zu diesem Zweck wird die Deformation des Bonddrahtes überwacht.

10 In der EP 0 857 535 A1 der Anmelderin wird ein Bondkopf mit zwei Auslegern beschrieben, von denen der erste (Werkzeughalter) das Bondwerkzeug und der zweite, oberhalb angeordnete, (Drahtklemmenhalter) eine Drahtklemme zum Erfassen und Fixieren
15 eines Bonddrahtes trägt. Auch hier handelt es sich um einen Bonder vom Ultraschall-Keil-Typ. Die Bondkraft wird im Zusammenwirken eines Linearmotors mit einer Vorspannfeder aufgrund des Signals eines am Ende des Werkzeughalters angeordneten Piezodetektors eingestellt.

20 Darüber hinaus ist es bekannt, zur Prüfung von Bondverbindungen eine Zugkraft mit einem vorbestimmten Wert auf den befestigten Bonddraht auszuüben. Widersteht die Bondverbindung dieser Zugkraft, wird sie als qualitativ einwandfrei beurteilt. Diese
25 Prüfung wird als dem Herstellungsvorgang nachgeschalteter Prüfvorgang ausgeführt.

30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein unmittelbar in den Herstellungsprozeß integriertes Prüfverfahren für Bondverbindungen sowie einen zur Durchführung dieses Verfahrens geeigneten Drahtbonder anzugeben, welche eine Echtzeit-Qualitätskontrolle und die sofortige Ausführung von qualitätssichernden Einstellvorgängen beim laufenden Bondprozeß ermöglichen.

Diese Aufgabe wird in ihrem Verfahrensaspekt durch ein Prüfverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und in ihrem Vorrichtungsaspekt durch einen Drahtbonder mit den Merkmalen des Anspruchs 4 gelöst.

5

Die Erfindung schließt den wesentlichen Gedanken ein, eine Bondverbindung unmittelbar nach deren Herstellung einer Zugkraft auszusetzen und das Ansprechen zu erfassen. Sie schließt weiter den Gedanken ein, hierzu eine geeignete Schrittfolge von Bewegungen des Bondwerkzeuges sowie einer Drahtklemme zum Erfassen des Bonddrahtes in Verbindung mit einem Zugkraft-Erfassungsschritt sowie eine entsprechende Anordnung eines Werkzeughalters sowie eines Drahtklemmenhalters in Verbindung mit einer angepaßten Steuer- und Auswertungseinrichtung anzugeben. Wesentliches Merkmal der Verfahrensführung ist das feste Ergreifen und Anziehen des Bonddrahtes unmittelbar nach Erzeugung der Bondverbindung (jedoch nach Aufhebung des Kontaktes derselben mit dem Bondwerkzeug) bei gleichzeitiger Zugkrafterfassung.

10

15

20

25

30

Insbesondere wird der Bondkopf oder die Drahtklemme um eine in Abhängigkeit von den Konstruktionsmerkmalen derart berechnete zweite Strecke angehoben, daß durch das Anheben eine vorbestimmte oder programmierte Zugkraft erzeugt wird, und die Unversehrtheit der Bondverbindung beim Anheben erfaßt. Diese wird durch die Überwachung der Zeitabhängigkeit der an der Drahtklemme wirkenden Zugkraft während des Anhebens festgestellt. Ein Abreißen der Bondverbindung bei Anwendung der Prüfkraft würde zu einem schlagartigen Abfall der gemessenen Kraft führen, und auch geringfügigere Anomalitäten im zeitlichen Verlauf der gemessenen Zugkraft können auf Qualitätsmängel der Bondverbindung hinweisen und - im Ergebnis einer entsprechenden Auswertung - Anlaß zu Änderungen von Prozeßparametern geben.

35

Eine zur Realisierung der vorgeschlagenen Lösung geeignete Prüfanordnung umfaßt als wesentliches Element den (an sich be-

kannten) Drahtklemmenhalter mit einem zugeordneten Kraftmeßelement und eine Steuereinrichtung zur Steuerung des oben skizzierten Bewegungsablaufes und stellt eine integrierte Komponente eines verbesserten Drahtbonders dar.

5

In zweckmäßigen Ausgestaltungen dieser Prüfanordnung ist der Drahtklemmenhalter gegen ein Vorspannelement elastisch schwenk- oder verschiebbar am Bondkopf gelagert ist. Ihm ist ein Kraftmeßelement, insbesondere ein Dehnungsmeßstreifen, zugeordnet, und er weist einen geschwächten Abschnitt auf, in dem die durch die Antriebseinrichtung gelieferte Zugkraft eine ausgeprägte elastische Deformation (Verbiegung, Verdrehung oder Dehnung) des Halters bewirkt. Dort ist insbesondere auch das Kraftmeßelement (speziell der Dehnungsmeßstreifen) angeordnet, um ein einwandfrei auswertbares Kraftmeßsignal zu gewinnen.

15

Die erwähnte Steuereinrichtung ist zur sinnvollen Integration der Prüfanordnung in eine moderne Drahtbondmaschine als Programmsteuerung ausgeführt und erlaubt die automatische Durchführung des Prüfprogramms an sämtlichen oder ausgewählten Bondverbindungen, die mit dem Drahtbinder hergestellt werden.

20

Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich im übrigen aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der Figur. Diese zeigt in einer schematischen Darstellung eine Prüfanordnung 1 mit wesentlichen Komponenten des Bondkopfes 3 eines erfindungsgemäß gestalteten Ultraschall-Drahtbonders. Die Prinzipdarstellung bezieht sich auf einen Bondkopf der in der EP 0 857 535 A1 dargestellten Art, dessen Konstruktionsdetails hier aber nicht gezeigt sind. In Art einer synoptischen Darstellung sind Funktionsblöcke mit Auswertungs- und Steuerfunktionen und Symbole für die wesentlichen Verfahrensschritte hinzugefügt.

30

35

Der Bondkopf 3 umfaßt einen Transducerhalter 5, in dem ein Ausleger mit einem Ultraschallwandler (Transducer) 7 und einem daran befestigten Bondwerkzeug 9 (z. B. vom Kapillar- oder Wedge-Typ) gelagert ist, und einen Drahtklemmenhalter 11, der eine Drahtklemme 13 zum gesteuerten Festklemmen eines Bonddrahtes 15 trägt. Der Bondkopf erzeugt auf einem Substrat 17 auf an sich bekannte Weise eine Bondverbindung 19, deren Festigkeit mittels der Prüfanordnung 1 geprüft werden soll.

Der Drahtklemmenhalter 11 hat in einem mittleren Bereich seiner Längserstreckung einen Blattfederabschnitt 21 als Vorzugs-Biegeabschnitt, in dem ein Dehnungsmeßstreifen 23 oder ähnlich auf Biegeverformungen ansprechender Kraftsensor angebracht ist.

Eine (hier zur Vereinfachung als einzelner Block dargestellte) Antriebseinrichtung 25 des Bondkopfes 3 steuert den Bondkopf bzw. als separat bewegbare Komponenten den Werkzeughalter 5 und den zugehörigen Ausleger mit dem Transducer 7 sowie den Drahtklemmenhalter 11 und die Drahtklemme 13 nicht nur in an sich bekannter Weise zur Erzeugung der Bondverbindung 19, sondern überdies gemäß einem in einer Programmspeichereinheit 27 gespeicherten Prüfprogramm der weiter oben beschriebenen Art an. Hierdurch werden insbesondere ein erster Schritt S1 des geringfügigen Anhebens des Bondwerkzeuges 9 gegenüber der erzeugten Bondverbindung 19, ein Schritt S2 des Festklemmens des Bonddrahtes 15, ein Schritt S3 des Anhebens der Drahtklemme 13 mit dem eingeklemmten Bonddraht 15 und ein Schritt S4 der Erfassung eines beim Anheben erfaßten Ausgangswertes des Dehnungsmeßstreifens 23 gesteuert.

Der Dehnungsmeßstreifen 23 ist mit einer Zugkraft-Auswertungseinheit 29 verbunden, und sein Ausgangssignal wird dort einer Auswertung nach einem vorbestimmten Algorithmus - beispielsweise unter Einschluß einer Schwellwertdiskriminierung an einem Zugkraft-Minimalwert - unterzogen. Ausgangsseitig ist die Zug-

kraft-Auswertungseinheit 29 mit einer Bondparameter-Steuereinheit 31 verbunden, in der das Auswertungsergebnis gegebenenfalls in vorbestimmte Änderungen der Bondparameter zur Sicherung der Qualität der Bondverbindung 19 umgesetzt wird.

5

Die Ausführung der Erfindung ist nicht auf das oben beschriebene Beispiel beschränkt, sondern ebenso in einer Vielzahl von Abwandlungen möglich, die im Rahmen fachgemäßen Handelns liegen.

10

Bezugszeichenliste

	1	Prüfanordnung
15	3	Bondkopf
	5	Transducerhalter
	7	Transducer
	9	Bondwerkzeug
	11	Drahtklemmenhalter
20	13	Drahtklemme
	15	Bonddraht
	17	Substrat
	19	Bondverbindung
	21	Blattfederabschnitt
25	23	Dehnungsmeßstreifen
	25	Antriebseinrichtung
	27	Programmspeichereinheit
	29	Zugkraft-Auswertungseinheit
	31	Bondparameter-Steuereinheit

MEISSNER, BOLTE & PARTNER
Anwaltssozietät GbR
Postfach 860624
81633 München

EPO - Munich
31

07. Nov. 2001

F&K Delvotec Bondtechnik GmbH
Daimlerstraße 5-7
85521 Ottobrunn
Bundesrepublik Deutschland

07. November 2001
M/DEL-043-DE
MB/PO/HZ/hk/kl

Prüfverfahren für Bondverbindungen und Drahtbonder

Patentansprüche

1. Prüfverfahren für Drahtbondverbindungen zwischen einem Bonddraht und einer gesonderten Oberfläche, die durch einen Bondkopf mit einem Bondwerkzeug und einer dem Bondwerkzeug zugeordneten Drahtklemme unter Druck und Einwirkung von Ultraschall und/oder Wärme hergestellt wurde,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
nach Erzeugung der Bondverbindung der Bondkopf oder das Bondwerkzeug um eine kurze erste Strecke von der Bondstelle abgehoben,
10 der Bonddraht mit der Drahtklemme fest eingeklemmt und
der Bondkopf oder die Drahtklemme mit eingeklemmtem Bonddraht um eine zweite Strecke angehoben wird, wobei die auf den Bonddraht einwirkende Zugkraft erfaßt wird.
- 15 2. Prüfverfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
der Bondkopf oder die Drahtklemme um eine in Abhängigkeit von seinen Konstruktionsmerkmalen derart berechnete zweite Strecke angehoben wird, daß durch das Anheben eine vorbestimmte Zugkraft erzeugt wird, und
20 eine Unversehrtheit der Bondverbindung beim Anheben erfaßt wird.
- 25 3. Prüfverfahren nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

die Unversehrtheit der Bondverbindung durch die Überwachung der Zeitabhängigkeit der an der Drahtklemme wirkenden Zugkraft während des Anhebens festgestellt wird.

- 5 4. Drahtbonder mit einer in einen Bondkopf integrierten Prüfanordnung für Drahtbondverbindungen zwischen einem Bonddraht und einer gesonderten Oberfläche, insbesondere einem Bondpad.
- 10 5. Drahtbonder nach Anspruch 4, mit einem Bondkopf, welcher einen Werkzeug- bzw. Transducerhalter zum Halten eines Bondwerkzeuges und einen Drahtklemmenhalter zum Halten einer Drahtklemme zum Einklemmen eines Bonddrahtes sowie eine Antriebseinrichtung zum vertikalen Verfahren des Bondkopfes oder Werkzeughalters und Drahtklemmenhalters auf-
- 15 weist,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
 der Antriebseinrichtung eine Programmsteuereinrichtung zur Steuerung eines vorbestimmten Bewegungsablaufes des Bondkopfes oder Werkzeughalters und Drahtklemmenhalters zur
- 20 Ausführung einer Zugkraftmessung am Bonddraht und dem Drahtklemmenhalter eine Kraftmeßeinrichtung zum Messen einer auf eine mit dem Bonddraht erzeugte Bondverbindung einwirkende Zugkraft zugeordnet ist.
- 25 6. Drahtbonder nach Anspruch 5,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
 der Drahtklemmenhalter gegen ein Vorspannelement elastisch schwenk- oder verschiebbar am Bondkopf gelagert ist und
- 30 ihm ein Kraftmeßelement, insbesondere ein Dehnungsmeßstreifen, zugeordnet ist.
7. Drahtbonder nach Anspruch 6,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
- 35 der Drahtklemmenhalter einen geschwächten Vorzugs-Biegeab-

schnitt bzw. Blattfederabschnitt aufweist, der die elastische Schwenkbarkeit gewährleistet und in dem der Dehnungsmeßstreifen angeordnet ist.

- 5 8. Drahtbender nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß
 in der Programmsteuereinrichtung ein Steuerprogramm zur
 automatischen Durchführung des Verfahrens nach einem der
 Ansprüche 1 bis 3 implementiert ist.

10

MEISSNER, BOLTE & PARTNER

M/DEL-043-EP

- 4 -

EPO - Munich
31**Zusammenfassung****07. Nov. 2001**

Prüfverfahren für Drahtbondverbindungen zwischen einem Bond-
draht und einer Substratoberfläche, die durch einen Bondkopf
5 mit einem Bondwerkzeug und einer dem Bondwerkzeug zugeordneten
Drahtklemme unter Druck und Einwirkung von Ultraschall und/oder
Wärme hergestellt wurde, wobei nach Erzeugung der Bondverbin-
dung der Bondkopf oder das Bondwerkzeug um eine kurze erste
Strecke von der Bondstelle abgehoben, der Bonddraht mit der
10 Drahtklemme fest eingeklemmt und der Bondkopf oder die Draht-
klemme mit eingeklemmtem Bonddraht um eine zweite Strecke ange-
hoben wird, wobei die auf den Bonddraht einwirkende Zugkraft
erfaßt wird.

15 (Figur)

EPO - Munich
31

07. Nov. 2001

